文章编号：1006-1576（2006）05-0065-02

基于模糊 PID 的 AT89C2051 单片机智能温度控制系统

潘笑[1]，高玉玲[1]，康亚娜[2]
（1. 武汉大学 自动化系，湖北 武汉 430072；2. 桂林电子工学院 计算机系，广西 桂林 541004）

摘要：以 AT89C2051 单片机为核心的模糊 PID 电阻炉温度控制器，由电源、控制算法、温度检测、键盘输入、温度显示、上位机通信及开关量输出控制等组成。控制器以参数偏差和偏差变化作为输入，以 PID 控制器的 ΔKp、ΔKi、ΔKd 参数作为输出。子程序对相关事件处理以标志位和判断标志位完成，主程序通过调用子程序实现温度控制器功能。

关键词：温度控制；模糊 PID；AT89C2051 单片机；电阻炉
中图分类号：TP273.4 **文献标识码**：A

Intellectualized Temperature Control System of AT89C2051 Singlechip Based on Fuzzy-PID

PAN Xiao[1], GAO Yu-ling[1], KANG Ya-na[2]
(1. Dept. of Automation, Wuhan University, Wuhan 430072, China;
2. Dept. of Computer, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: The fuzzy-PID resistance furnace temperature system is based on AT89C2051 singlechip. It includes the power source, the manipulative algorithm, the temperature examination, the keyboard input, the display of the temperature, the correspondence of up PC and the output-control of the switch value and so on. It takes the parameter deviation and the deviation change as input, and the PID controller's parameters of ΔKp, Δki, ΔKd as output. The sub program realized the corresponding events by completing zone bit and zone bit judgment. The main program realized the function of the controller through making use of all the subroutines.

Keywords: Temperature control; Fuzzy-PID; AT89C2051 singlechip; Resistance furnace

0 引言

电阻炉是一种具有纯滞后的大惯性系统，开关炉门、加热材料、环境温度以及电网电压等都影响控制过程，传统的加热炉控制系统大多建立在一定的模型基础上，难以保证加热工艺要求。故引入模糊控制，采用模糊 PID 算法，运用 AT89C2051 单片机对电阻炉实现智能的温度控制，可以解决上述种种不足，从而实现高精度控制。

1 智能电阻炉温度控制的硬件系统

智能温度控制系统利用 AT89C2051 单片机及其外围接口电路实现对电炉所加热的水或空气等介质温度进行控制，可以方便快捷地调节和控制所要设定的温度。此系统由电源、控制算法、温度检测、键盘输入、温度显示、上位机通信以及开关量输出控制几大部分组成，如图 1。

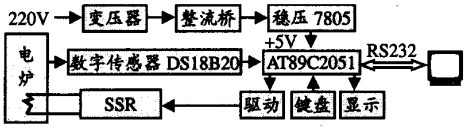

图 1 系统的原理结构

(1) 电源部分首先利用变压器将外界交流 220V 电压变为 7.5V，再利用整流桥将其整流为直流＋5V 电压，供单片机及系统使用；

(2) 主控部分采用 AT89C2051 芯片，是一个有 2 kBFlash 可编程、可擦除只读存储器（E2PROM）的低压、高性能 8 位单片机；

(3) 温度检测采用 DS18B20 单线数字温度传感器，测量温度范围为-55°C～+125°C。现场温度直接以“一线总线”的数字方式传输，大大提高了系统的抗干扰性；

(4) 键盘部分用 3 个按键实现操作，1 个按键实现设定温度与实际温度的切换，另外 2 个按键实现是定温度时增加和减少设定值。上电后 LED 显示当前温度，按下切换键后即可进行温度设定，再次按下切换键可返回到当前温度显示；

(5) 显示部分利用 74HC164 将 1 位输入变为 8 位并行输出并送到 LED 进行显示；

(6) 系统利用 MAX232 芯片与上位机通信；

(7) 输出部分采用固态继电器将单片机＋5V 输出转换位为 20V 交流输出以控制电炉的通断，从

收稿日期：2005-10-31；修回日期：2006-01-12
作者简介：潘笑（1948-），男，湖北人，教授，1982 年毕业于武汉水利电力大学，从事智能控制、过程控制研究。

万方数据

而达到控制电炉温度的目的。

2 常规 PID 参数模糊自校正系统设计

2.1 控制器的结构设计

常规 PID 参数自调整的模糊控制器采用二输入三输出的形式，该控制器是以 e 和 Δe 作为输入，以 ΔKp、ΔKi、ΔKd 作为输出，结构如图 2。

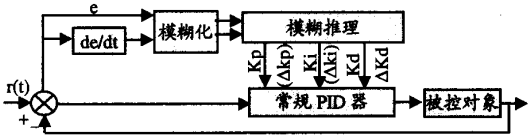

图 2 模糊自调整 PID 控制器结构

根据已有的控制系统设计经验总结，可得出 PID 参数 Kp、Ki、Kd 的自整定原则：

(1) 当|e|较大时，为尽快消除偏差，提高响应速度，应取较大 Kp 和较小 Kd，同时为避免系统出现超调，应对积分作用加以限制，通常使 Ki=0；

(2) 当|e|中等大小时，为使系统响应超调较小，Kp 应取得小一些。在这种情况下，Kd 的取值对系统的影响较大，要取适当的 Kd 和 Ki；

(3) 当|e|较小时，为使系统响应具有良好的稳态性能，Kp 与 Ki 取值应较大些。为避免系统在给定值附近出现震荡，Kd 的取值要适当。

2.2 模糊化设计

电阻炉温度控制系统将采样得到的温度信号与系统的温度设定值进行比较，得到系统的输入语言变量温度误差 e、温度误差变化 Δe，输出语言变量为 PID 的调节系统的变化 ΔKp、ΔKi、ΔKd。将温度误差 e、温度误差变化 Δe 定义为模糊集上的论域：E，ΔE={-3,-2,-1,0,1,2,3}。

其模糊子集为：E，ΔE={NB, NM, NS, ZO, PS, PM, PB}，子集中元素分别为负大、负中、负小、零、正小、正中、正大。ΔKp、ΔKi、ΔKd论域为{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3}，模糊子集为：ΔKp、ΔKi、ΔKd={NB, NM, NS, ZO, PS, PM, PB}。设e，Δe 的隶属度函数为三角形函数，如图3。

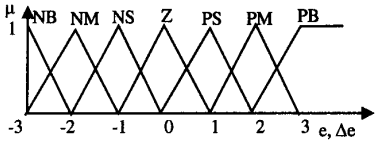

图 3 e 和 Δe 的隶属度函数

Kp、Ki、Kd隶属函数也选择灵敏度强的三角函数，如图4。

由此得出各模糊子集隶属度。并根据模糊规则表，查出修正参数 ΔKp、ΔKi、ΔKd。然后模糊整定 Kp，Ki，Kd，完成对 PID 参数的在线自整定。

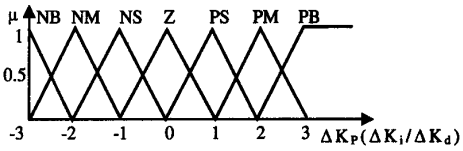

图 4 ΔKp、ΔKi、ΔKd 的隶属函数

2.3 模糊控制规则表

根据输入变量 e 和 Δe，及模糊控制规则，得到 Kp、Ki、Kd 的模糊规则表如以下表格所示。

ΔKp \ e \ Δe	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	PB	PB	PM	PM	PS	ZO	ZO
NM	PB	PB	PM	PS	PS	ZO	NS
NS	PM	PM	PM	PS	ZO	NS	NS
ZO	PM	PM	PS	ZO	NS	NS	NM
PS	PS	PS	ZO	NS	NS	NM	NM
PM	PS	ZO	NS	NM	NM	NM	NB
PB	ZO	ZO	NM	NM	NM	NB	NB

ΔKi \ e \ Δe	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NM	NM	NS	ZO	ZO
NM	NB	NB	NM	NS	NS	ZO	ZO
NS	NB	NM	NS	NS	ZO	PS	PS
ZO	NM	NM	NS	ZO	PS	PM	PM
PS	NM	NS	ZO	PS	PS	PM	PB
PM	ZO	ZO	PS	PM	PM	PB	PB
PB	ZO	ZO	PS	PM	PM	PB	PB

ΔKd \ e \ Δe	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	PS	NS	NB	NB	NB	NM	PS
NM	PS	NS	NB	NM	NM	NS	ZO
NS	ZO	NS	NM	NM	NS	NS	ZO
ZO	ZO	NS	NS	NS	NS	NS	ZO
PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
PM	PB	NS	PS	PS	PS	PS	PB
PB	PB	PM	PM	PM	PS	PS	PB

2.4 模糊推理及模糊决策

(1) 根据控制规则表编写对应的模糊推理语句，例如：

if e is NB and Δe is NB then ΔKp is PB
If e is NM and Δe is NS then ΔKp is PM
If e is ZO and Δe is NS then ΔKp is PS
If e is PS and Δe is PS then ΔKp is NS
……

(2) 模糊推理

模糊推理是不确定性推理方法的一种，其基础是模糊逻辑，推理方法有Zadeh方法、Mamdani方法、Baldwin方法等。此利用Mamdani 推理法进行推理。

2.5 精确化计算

由模糊控制推理机理得出的模糊控制增量是一个模糊子集，它无法对精确的模拟或数字系统进行控制。因此，必须进行精确化计算得出此模糊子集中最有代表意义的确定值作为系统的输出控制。设计采用重心法。

万方数据

2.6 系统软件设计

为便于程序的使用与维护，系统全部程序采用模块化结构，由一个主程序和若干子程序组成，如图 5。各子程序均能很快返回主程序，不会发生子程序时间过长等问题，子程序对相关事件的处理依靠标志位和判断标志位来完成，主程序通过调用各个子程序来完成所有的温度控制器功能。

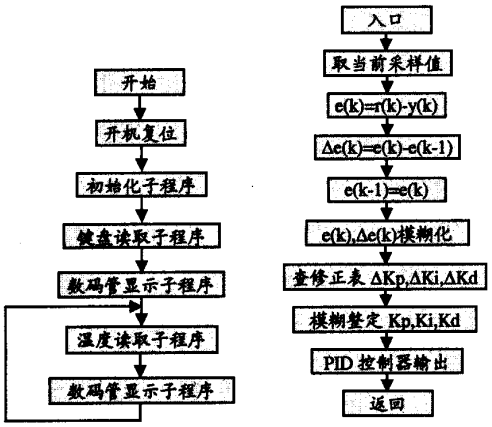

图 5 主程序流程及参数自整定流程

3 控制效果

为便于分析常规 PID 控制器和自整定模糊 PID 控制器的性能差别，利用 Matlab 进行仿真，仿真过程是利用 Matlab 工具箱中的 FUZZY TOOLBOX 与 Simulink 有机结合起来完成的。虽然仿真环境不可能与实际情况完全相同，但它的结果还是有相当的指导意义，由于仿真可快速、方便、多次的进行，从比较中找出较优的方案是可行的，可以观察分析这两种控制方式下阶跃信号幅值为 10 时的阶跃响应曲线及控制效果之间差异，仿真结果如图 6。

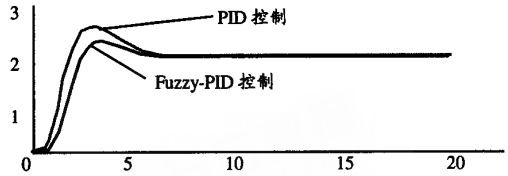

图 6 控制效果仿真结果

4 结束语

仿真结果表明，采用模糊 PID 控制器，系统响应速度加快，调节精度提高，稳态性能变好；无超调和振荡，具有较强的鲁棒性；在同样精度要求下，系统过渡时间变短。在电阻炉的温度控制中，避开了对电阻炉建立精确数学模型这一难题，取得了较好的控制效果。

参考文献：

[1] 韦巍. 智能控制技术[M]. 北京：机械工业出版社. 2000, (1): 34-65.
[2] Kevin M Passion, Stephen Yurkovich. Fuzzy Control [M]. 北京：清华大学出版社, 2001, (11): 374-378.
[3] 李宜达. 控制系统设计与仿真[M]. 北京：清华大学出版社, 2004. 268-291.

****

（上接第 64 页） 而常用的方法有 Kalman 滤波法、最小二乘法等，考虑到图像处理的实时性要求，可应用最小二乘法或两端点连线法，对记录的此前五帧图像数据计算得到的目标位置集合进行直线拟合，计算得到本帧图像的目标预计的位置。该方法计算较简单，实时性好。如辅之以形状匹配，跟踪效果就可能会更好。

3 结论

算法流程的硬件采用 TI 公司的 TMS320DM642 图像处理板，在真实的天空背景图像序列中，以实时地加入生成的模拟小目标做实验，在对比度大于 10% 的基础上，跟踪目标的尺寸可达到 3×3，稳定跟踪的目标尺寸可达 4×4，跟踪速度可达 65 像素/帧以上，对有薄云的情况下，仍能对目标进行稳定跟踪，如图 2、3、4、5。图 2 为背景单一的情况下稳定跟踪，图 3 为背景灰度发生变化后仍能稳定跟踪，图 4、图 5 为较复杂背景时稳定跟踪。因此，证明算法满足跟踪微小目标的要求。

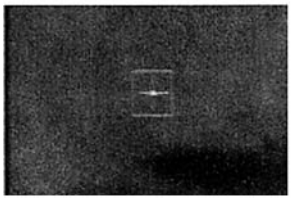

图 2 稳定跟踪空中目标

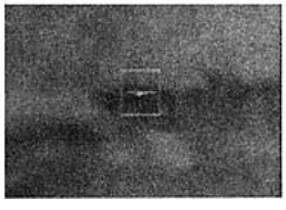

图 3 背景变化时稳定跟踪

图 4 较复杂背景稳定跟踪 1

图 5 较复杂背景稳定跟踪 2

参考文献：

[1] 章毓晋. 图像分割[M]. 北京：科学出版社, 2001.
[2] 何斌, 等. Visual C++ 数字图像处理[M]. 北京：人民邮电出版社, 2002.
[3] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 北京：电子工业出版社, 2003.

万方数据

基于模糊PID的AT89C2051单片机智能温度控制系统

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 潘笑， 高玉玲， 康亚娜， PAN Xiao， GAO Yu-ling， KANG Ya-na
作者单位： 潘笑,高玉玲,PAN Xiao,GAO Yu-ling(武汉大学,自动化系,湖北,武汉,430072)， 康亚娜,KANG Ya-na(桂林电子工学院,计算机系,广西,桂林,541004)

刊名： 兵工自动化 ISTIC
英文刊名： ORDNANCE INDUSTRY AUTOMATION
年，卷(期)： 2006，25(5)
引用次数： 4次

参考文献(3条)

1. 韦巍 智能控制技术 2000

2. Kevin M Passion. Stephen Yurkovich Fuzzy Control 2001

3. 李宜达 控制系统设计与仿真 2004

相似文献(10条)

1. 学位论文 韩大平 模糊PID控制算法在回转窑温度控制中的应用研究 2005

温度控制在我国电子、冶金、机械等工业领域应用非常广泛。由于其具有工况复杂、参数多变、运行惯性大、控制滞后等特点，它对控制调节器要求极高。目前，仍有相当部分工业企业使用的窑炉存在着控制精度不高，炉内温度均匀性差等问题，达不到工艺要求，造成装备运行成本高，产出品品质低下，严重影响企业经济效益，急需进行技术改造。 回转窑是冶金、水泥、耐火材料生产中的关键设备。温度是回转窑工艺过程控制中的重要参数之一，自上世纪60年代起人们便开始注意它的控制问题，并进行了大量研究工作。提高回转窑的控温精度对于改善焙烧质量、节约能源、降低生产成本都有重要意义。 回转窑的生产过程是一个复杂的物理化学反应过程，具有大惯性、纯滞后、非线性等特点。目前，许多回转窑的控制仍是采用手动调节或常规PID方法进行的，控制精度较低，控制效果不理想。近年来，国内外对温度控制器进行了广泛、深入的研究，特别是随着计算机技术的发展，温度控制器的研究取得巨大的进展，形成了一批商品化的温度调节器，如智能化PID、模糊控制、自适应控制、神经网络控制等，其性能稳定，控制效果好，可广泛应用于温度控制系统。 本文在分析回转窑工艺特点及其控制要求基础上，为解决回转窑温度控制超调量大、调节时间长等问题，提出了基于模糊PID的窑温控制方法，提高对回转窑的控制精度。将模糊控制与传统的PID控制相结合，用模糊控制理论来整定PID控制器的比例、积分、微分系数，建立参数模糊规则表，通过模糊合成推理获得模糊控制决策表，并对实验室回转窑火力模型的焙烧温度曲线进行模拟仿真，仿真结果表明参数模糊规则表建立合理，模糊PID控制器在响应速度、稳态精度等方面均优于常规PID控制器。模糊PID控制器对系统模型要求不高，在有干扰信号或系统模型发生变化时能够满足回转窑的焙烧工艺要求，提高回转窑的控温精度，改善焙烧质量，适用于类似回转窑温度控制系统这样的非线性、大滞后且随机干扰严重的系统。

2. 期刊论文 黄静静. 孙毅刚. HUANG Jing-jing. SUN Yi-gang 基于模糊PID的飞机除冰车加热系统温度控制 -中国民航学院学报2005,23(6)

根据飞机除冰车加热系统的实验数据及其工作原理建立了温度控制系统数学模型,并针对此系统提出了一种基于模糊PID算法的控制方法,仿真分析结果表明,采用模糊PID控制的效果明显优于常规PID控制以及仅用模糊控制器进行控制.该研究具有一定的实用价值,为模糊PID控制在飞机除冰车加热系统中的应用打下理论基础.

3. 期刊论文 杨树亮. 林行辛. 张剑辉. 王环 模糊PID在恒温箱温度控制中的应用 -自动化仪表2006,27(z1)

在周围环境温度不同的情况下,通过实验的方法得出了3个恒温箱的数学模型.针对恒温箱这个时变的系统,建立了一个可以对恒温箱实现高精度控制的控制算法数学模型,并应用在所建立的3个恒温箱模型中.该控制器不仅保持了常规PID控制器的优点,而且具有很强的鲁棒性和适应性.仿真结果表明系统可以达到很好的动静态性能指标.

4. 会议论文 杨树亮. 林行辛. 张剑辉. 王环 模糊PID在恒温箱温度控制中的应用 2006

在周围环境温度不同的情况下，通过实验的方法得出了3个恒温箱的数学模型.针对恒温箱这个时变的系统，建立了一个可以对恒温箱实现高精度控制的控制算法数学模型，并应用在所建立的3个恒温箱模型中.该控制器不仅保持了常规PID控制器的优点，而且具有很强的鲁棒性和适应性.仿真结果表明系统可以达到很好的动静态性能指标.

5. 期刊论文 罗小平. 黄岗. 熊少武. Luo Xiaoping. Huang Gang. Xiong Shaowu 电场强化换热系统中的模糊PID控制 -石油机械2008,36(2)

针对电场强化换热系统温度控制数学模型难以准确建立的问题,根据系统的动态特性参数,建立了模糊PID规则,并设计了模糊PID控制器.利用MATLAB软件对模糊PID控制系统的仿真表明,模糊PID控制与常规PID控制相比,具有超调量小、过渡时间短、适应性和抗干扰性强等优点.通过温度控制实验进一步验证了模糊PID控制器应用于电场强化换热系统中具有良好的控制温度效果.

6. 期刊论文 程跃. 程文明. 郑严 基于自适应模糊PID的中药提取温度控制 -控制工程2009,16(5)

以某制药厂中药提取系统为研究对象,分析中药提取工段的工艺设备和传热过程,建立简化模型.针对提取工段温度控制非线性、时变性、纯滞后的特点,设计自适应模糊PID控制器,并进行了仿真研究.仿真结果表明采用参数自整定模糊PID控制,系统调节时间短,响应速度快,具有较好的鲁棒稳定性.利用仿真得出的模糊控制参数表于某中药厂提取温控系统中进行在线PID整定,应用表明,使用此控制方法可有效减少温浸动态提取中的温度波动,达到良好的提取效果.

7. 学位论文 刘维之 先进PID控制策略在印染行业温度控制中的应用研究 2007

我国是一个纺织服装的大国，纺织服装行业是我国的传统优势产业。纺织服装原料纺纱的着色主要通过印染工艺来完成，因此纺织印染工艺是影响生产和产品质量的重要因素，而影响印染质量的因素除了工艺处方外，生产过程中的工艺参数的控制是主要因素，尤其是温度控制直接影响纤维与染化料的物理化学特性，因而是工艺控制中的重要环节。 在目前中国的纺织印染行业中，与之配套的温度控制设备大部分采用国外和香港的产品，国内的设备厂商开发出来的设备往往是在硬件方面都达到了较高的配置，但关键的控制程序部分却差强人意。基于此原因，佛山新亿成染色电脑公司邀请我们与其共同开发XYC9000染色控制电脑，由我们负责控制算法部分的研究与开发。 在整个项目的开发过程中，我们对纺织印染工艺过程进行了分析研究，针对印染行业温度控制对象非线性、时变性等复杂特点，分别研究了专家PID控制技术、专家PID参数自整定技术和一种改进的模糊PID技术。主要研究工作和成果如下： 1. 通过测得印染控制对象的飞升曲线，采用交叉两点法获得了对象的模型参数，同时也对对象的特性进行了较为深入的

研究，包括系统控制方式、控制特点以及数学模型； 2．针对印染控制对象的特点，提出一种专家PID控制算法，分别在温度控制的开始阶段、拐点处和保温升温阶段采取了相应的专家知识进行控制，并进行了相关的仿真试验、实验室试验以及现场试验，取得了较好的效果； 3．因为染色控制电脑面对的控制对象千变万化，而不是一成不变，因此采用一种合适的PID参数整定方法十分有必要，基于此原因，我们改进了一种结合专家经验的PID参数自整定算法，通过仿真试验和实验室试验，验证了该算法的可行性； 4．跟踪-微分器对一些不可微或不连续信号具有良好的跟踪性能，可从受噪声污染的信号中提取出高品质微分信号，而模糊PID控制器具有灵活性、适应性、控制精度高的优点，通过结合两者的优点，研究了基于跟踪．微分器的模糊PID控制系统对印染行业温度控制对象的控制效果。仿真结果表明，这种控制器对带有噪声干扰的印染过程的温度控制是有效的。 本论文通过将多种先进PID控制算法应用于印染行业的温度控制系统，并且其中的一部分算法已经经过了实践的检验，因此，本论文的研究内容对于工程应用具有一定的参考价值。

8.期刊论文 何熊熊.王宁.He Xiongxiong.Wang Ning 原料预热温度的模糊PID-神经元控制 -计算机与应用化学 2008,25(7)

针对具有不确定性、大纯滞后的催化裂化反应再生装置原料预热温度控制,提出了一种模糊PID-神经元控制方法.从介绍催化裂化反应再生装置原料预热被控对象的建模、神经元非模型控制和公式化的模糊控制方法人手,建立了模糊PID-神经元控制系统,设计了模糊神经元混合控制器,并使用神经元来在线调整模糊PID控制器的模糊规则.仿真实验结果表明所提出的模糊PID-神经元控制方法具有强鲁棒性,能有效控制具有大纯滞后和不确定性的对象.

9.期刊论文 周妮娜.ZHOU Ni-na 模糊PID控制在除氧系统中的应用 -宝鸡文理学院学报（自然科学版）2008,28(2)

目的 对除氧器进行控制,达到更好的除去有害气体、尤其是水中溶解氧的目的 ,减小锅炉设备的腐蚀.方法 对除氧系统进行深入分析和研究,提出用模糊PID方法对除氧器温度进行控制,使用MATLAB的模糊工具箱结合SIMULINK对系统进行仿真,比较模糊PID控制和常规PID控制的仿真结果.结果 模糊PID控制较常规PID控制响应速度快,系统超调量小,鲁棒性好,调节精度高.结论 可使除氧器温度控制在104±3 ℃,达到控制要求.

10.学位论文 徐晓东 大型液压源温度控制系统研究 2007

为某大型液压试验台进行液压源温度控制系统设计，使其油温控制精度达到国家标准(GB/T 7935-2005)规定的B级精度要求(±2℃)。液压源温度控制系统设计包括：温度控制装置设计、温度控制算法设计和PLC控制系统设计三大部分。 温度控制装置设计由冷却元件选型和冷却水路设计两部分组成。冷却元件选用可拆卸式板式换热器，以液压系统在不同工况下的最高发热功率为选型依据确定板式热交换器的型号和板片数量，从而保证系统的冷却能力；冷却水路采用三通比例流量阀分水原理进行冷却水量的连续调节。温控系统通过调节三通阀阀芯开度来调节通过板式换热器的冷却水流量，进而改变板式换热器的换热能力，以此达到温控的目的。 在温度控制算法设计方面，由于液压源温度控制系统是非线性、时变的大滞后系统，故采用参数自整定模糊PID控制算法，通过模糊推理在线调整PID三大参数，避免PID控制依赖系统模型，对时变参数敏感以及模糊控制稳态精度较差等缺点，使系统在快速性、稳定性和准确性上获得更加优良的性能。通过计算机仿真对参数自整定模糊PID控制算法进行了辅助设计和性能分析。 PLC控制系统设计方面，采用S7-SCL编程语言编写温控程序，使用组态软件STEP7完成系统组态和程序调试，最终在PLC系统平台上编写完成参数自整定模糊PID温度控制程序。 通过对该液压源温度控制系统在各种工况下进行的验证试验发现： (1)PID的初始参数K<,PO>，K<,IO>，K<,DO>的选定依然很重要，不能选取使系统振荡或发散的值，同时也要综合考虑量化因子和比例因子的选取。在实际系统的设计中，要通过现场试验反复整定，选择最佳值才‘能达到较好的控制效果。 (2)使用PLC控制器实现程序算法时，模糊推理规则的维数一般不能太多，否则计算缓慢并影响控制的实时性。为保障实时性，可以通过离线计算将模糊推理规则构造为模糊推理表，在实际的控制过程中通过查表的方式，实现快速地模糊推理。 (3)模糊控制对人的经验依赖很大，其整定规则的制定要建立在对系统的反复试验基础上，其参数特别是量化因子和比例因子要通过试验进行优化。 (4)在PLC控制系统的设计过程中，提高系统的抗干扰能力是一个关键问题，其对温度控制性能的影响很大，特别是PID控制器中的微分环节对干扰特别敏感。为防止系统振荡，应采取必要措施降低干扰。

引证文献(4条)

1.余瑾.姚燕 基于DS18B20测温的单片机温度控制系统[期刊论文]-微计算机信息 2009(8)

2.李晓豁.吴志强 基于参数自适应模糊PID控制器的掘进机恒功率调速系统[期刊论文]-制造业自动化 2009(1)

3.郑云水.杜丽霞 基于AT89S52单片机的水温控制系统设计[期刊论文]-现代电子技术 2008(06)

4.程安宇.孙士民.徐洋 基于DS18B20的单片机温度测量控制系统[期刊论文]-兵工自动化 2007(02)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_bgzdh200605031.aspx

下载时间：2010年1月3日